

I. 緒言

熔融酸化鉄の還元性ガスによる還元速度の研究は、高炉滴下帯域での反応や、溶融還元法を理解する上での基礎データとして重要である。本研究は固体鉄と平衡する溶融酸化鉄の水素による還元速度を熱天秤を用いて測定したものである。

II. 実験方法

本研究で使用した装置の概略図を Fig. 1 に示す。実験室で作製した酸化鉄、 $Fe_2O_3$  を鉄るつぼに装入し、天秤部に接続して所定の位置に設置する。鉄るつぼは、電解鉄を圧延、加工して作製した。試料は SiC 坩堝加熱炉によって加熱、溶解し 1400℃ にて約 1 h 保持して十分るつぼと平衡させる。鉄るつぼと平衡させる事により、試料の初期組成 ( $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ ) は、一定に保たれる。この後  $H_2$  を送入して還元を開始する。

還元に伴う重量減少を天秤により連続的に測定し、還元速度を求めた。実験範囲は、 $P_{H_2} = 5 \sim 0.4 \times 10^{-2} atm$ 、ガス流量  $V = 100 \sim 7000 ml/min$ 、 $T = 1100 \sim 1450^\circ C$  であり、 $H_2$  の希釈用不活性ガスには、Ar、He 及び  $N_2$  の 3 種類を用いた。

III. 実験結果及び考察

本装置で測定可能である  $Re = 10 \sim 505$  のガス流量範囲では、反応速度は常にガス流量の影響を受けていた。He- $H_2$ 、Ar- $H_2$  及び  $N_2$ - $H_2$  の 3 種類の混合ガスを用いたいずれの場合においても、見かけの還元速度は、ガスの物性値(密度、粘度、拡散係数)を考慮する事により同一の速度式で評価する事ができた。これより、本実験条件下では、反応は、ガス側物質移動過程のみが支配的になり、実験式として (1) 式が与えられた。

$$Sh = 0.078 Re^{0.66} Sc^{0.5} \quad (1)$$

また、同一の装置条件で、一旦 1400℃ にて溶融させた酸化鉄をそのまま凝固させる事により得た緻密な固体酸化鉄を、1100~1350℃ の温度範囲で同様に還元し、見かけの還元速度を溶融状態と比較した。結果を Fig. 2 に示す。本実験では、溶融状態ではガス側物質移動律速であるのに反し、固体状態では、 $Re = 505$  において界面反応律速となる事がわかった。Fig. 2 より明らかな様に、溶融酸化鉄の水素還元における見かけの反応速度は、固体酸化鉄の水素還元における見かけの反応速度に比べ、1桁以上大きいことがわかった。

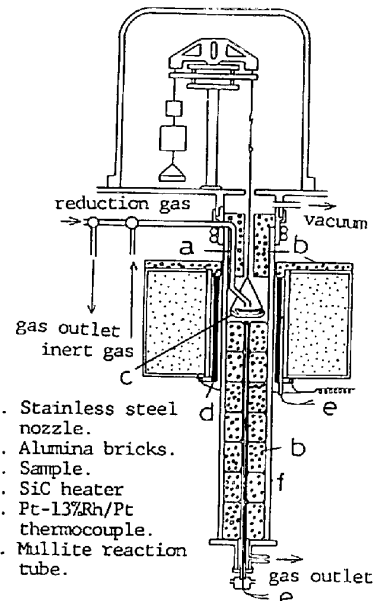


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

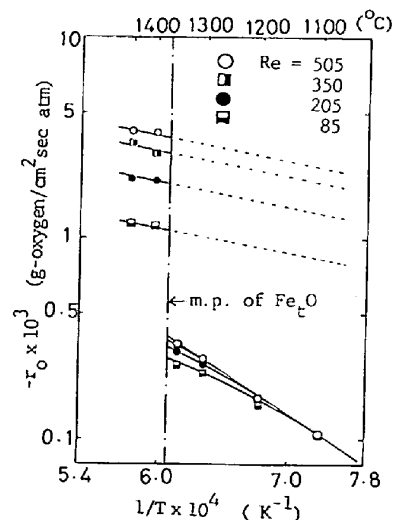


Fig. 2. Temperature dependence of the apparent rate constant  $\log(-r'_0)$  for liquid and solid  $Fe_2O_3$  reduction with  $Ar-H_2$  mixture.